

povysheniya-vyhoda.pdf, свободный.

17. Энергоресурсоэффективность и энергосбережение в Республике Татарстан: тр. / под общ. ред. Мартынова Е.В.; сост.: Мартынов Е.В., Чесноков В.В., Артамонова С.В. // XV Междунар. симп., Казань, 1–3 апреля 2015 г. / – Казань: Издательство: ИП Шайхутдинов А.И. 420138, РТ, г. Казань, ул. Дубравная 12, 2015. - 225 с.

УДК 620.9

МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ И РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В РЕГИОНЕ

*Сидоренко Геннадий Иванович, Михеев П.Ю., Луцык Л.В.
ФГАОУ ВО “Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого”, Санкт-Петербург
E_mail: sgenergom@yandex.ru*

REGIONAL MODEL OF OPTIMIZATION AND RATIONAL USING OF RENEWABLE ENERGY RESOURCES

*G.I. Sidorenko, P.Yu. Mikheev, L.V.Lutsyk
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg*

Аннотация.

Предложена модель оптимизации и рационального использования традиционных и возобновляемых энергетических ресурсов в регионе. Модель позволяет минимизировать финансовые затраты на обеспечение региона полезными видами энергии. В модели учитывается углеродный баланс территории и других экологические ограничения. Особенностью этой версии модели является учет сопутствующих экологических последствий, связанных с использованием тех или иных энергетических технологий.

Annotation.

The model of optimization and rational using traditional and renewable energy resources in region are proposed. The model allows to minimize financial costs of providing the region with useful types of energy. The model takes into account the carbon balance of the territory and other environmental constraints. The peculiarity of this version of the model is the consideration of the associated environmental consequences associated with the use of certain energy technologies.

Ключевые слова: возобновляемые энергетические ресурсы, модель, оптимизация, рациональное использование, углеродный баланс, критерий, ограничения, энергетические технологии, жизненный цикл.

Key words: renewable energy resources, model, optimization, rational using, carbon balance, criterion, constraints, energy technologies, life cycle.

Введение

Инновационное развитие региональной экономики неразрывно связано с проблемой ресурсосбережения, энергоэффективности и рационального использования природных ресурсов. При этом ключевым становится экономия энергетических ресурсов на всех стадиях (от добычи до конечного потребления) [1-7, 11, 12, 19-21].

Вопросы инновационных изменений энергетических систем обсуждаются и ставятся на повестку дня во многих исследовательских проектах [5, 11, 12, 18, 19]. Изменение систем энергетики требует времени. И важно планировать эти изменения проводя соответствующую энергетическую политику. Одним из таких элементов является внедрение “зеленого тарифа” для покупки энергосистемой “зеленой энергии”.

Анализ статистической информации свидетельствует о том, что развитие возобновляемой энергетики содействует росту и повышению энергетической эффективности в ряде стран Европы [18]. Для Болгарии, Эстонии, Польши и Словении выявлено статистически значимое влияние роста потребления возобновляемой энергии на экономический рост.

В Великобритании разработана 24 региональная технико-экономическая модель страны [5], позволяющая увидеть в будущем положительные и отрицательные аспекты перехода к новой энергетике.

В работе [19] разработана региональная оптимизационная модель для развития энергетических систем, в которой учитываются и новые, возобновляемые источники энергии. В модели учитываются и неопределенности различного характера. Эта модель была использована для исследования района Фэнтай в Пекине. Целью исследования является минимизация стоимости системы с учетом ряда ограничений, обусловленных социальными, экономическими и экологическими проблемами.

В работе [11] перспективные показаны тенденции в изменении систем теплоснабжения. Авторы, после широкого обзора существующих систем теплоснабжения и анализа проблем их эксплуатации, считают целесообразным и своевременным продвижение инновационных технологий интегрированных сетей, в которых широко планируется использовать возобновляемые источники энергии. Одной из важнейших проблем 21 века является управление и переработка отходов. Целесообразно интегрирование таких технологий в существующие энергетические системы. Анализ биогазовых технологий дан в работах [14, 15].

В условиях современной экономической нестабильности принятие перспективных решений о развитии тех или иных направлений энергетики не может опираться только на стоимостные оценки и характеристики, обладающие значительной неопределенностью. Выбор стратегических направлений развития региона должен базироваться на критериях, выраженных в энергетических оценках. Такие оценки, чаще всего основаны на проведении расчетов по энергии-нетто, давно выполняются в Европе и США [2, 4, 7].

В данной статье рассматриваются вопросы оптимизации использования местных и возобновляемых энергетических ресурсов региона на основе экономического критерия [12, 17]. В оценках возможных к применению энергетических технологий использованы и оценки по энергии-нетто, которая представляет собой разницу между полезной произведенной энергией энергетической технологией и всеми расходами энергии на ее строительство и эксплуатацию за срок жизни [2]. Учитывается в расчетах не только непосредственный расход топлива на совершение работы и процессов, но и затраты, связанные с добычей природных ресурсов, доставкой и распределением, а также строительством энергетических объектов. Вариант, соответствующий минимуму затрат, и является наиболее рациональным для данного региона, определяющим инновационный вектор развития экономики и общества.

Оценки различных категорий (валовый, технический, экономический) потенциала возобновляемых энергетических ресурсов для субъектов РФ получены и представлены в работах [16, 21]. Детальное описание методик их определения дано в [20]. Вопросы влияния климатических изменений на оценки потенциала возобновляемых источников энергии в России изучены и представлены в работах [3, 13]/

Модель [17]

Пусть имеется многоузловая система и определены связи между ее узлами (транспортные, энергетические и т.д.). Узел в системе – это район с соответствующими электрическими и тепловыми нагрузками, характеризуемый также определенным расходом моторного топлива. В каждом узле имеются возобновляемые энергетические ресурсы. Пусть имеется R видов возобновляемых ресурсов.

Рассмотрим некоторый узел k . Весь район имеет валовый потенциал G^k_r возобновляемого ресурса r и технический потенциал A^k_r . Пусть для каждого узла построены зависимости распределения технического потенциала по средним затратам на их освоение (рис.1). Номерами $1, 2, 3, \dots, j, \dots, Z^k_r$ обозначим соответствующие зоны затрат в узле k (рис.2). В зоне затрат j можно получить дополнительный технический потенциал a^k_{rj} . Очевидно, что справедливо соотношение $\sum_{j=1}^{Z^k_r} a^k_{rj} = A^k_r$. Каждой зоне затрат будет соответствовать величина средних удельных затрат на производство энергии $z^{\Gamma^k}_{rj}$ (руб/кВтч в год) в объеме a^k_{rj} . Повышение номера зоны затрат означает, что средние затраты на освоение дополнительного технического потенциала будут более высокими, т.е. справедливо соотношение $z^{\Gamma^k}_{r1} \leq z^{\Gamma^k}_{r2} \leq \dots \leq z^{\Gamma^k}_{rZ^k_r}$.

Кроме того, каждая зона затрат, связанная с производством дополнительного ресурса ВИЭ a^k_{rj} , находится от центра узла на расстоянии l^k_{rj} и для передачи энергии в центр необходимы дополнительные затраты на передачу энергии D^k_{rj} (руб/кВтч в год). Для определения этих затрат введем

удельные затраты на передачу d_{ij}^k (руб/кВтч*км в год или руб/т у.т.*км в год).
Тогда

$$D_{ij}^k = d_{ij}^k \cdot l_{ij}^k. \quad (1)$$

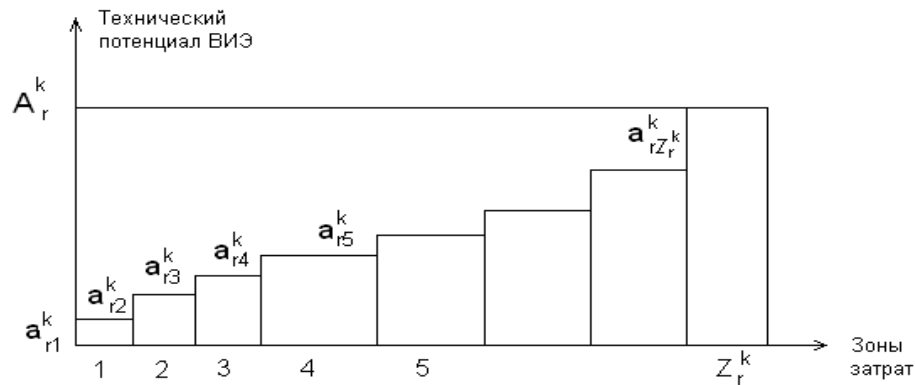


Рис. 1. Типичное распределение потенциала ВИЭ по зонам затрат.

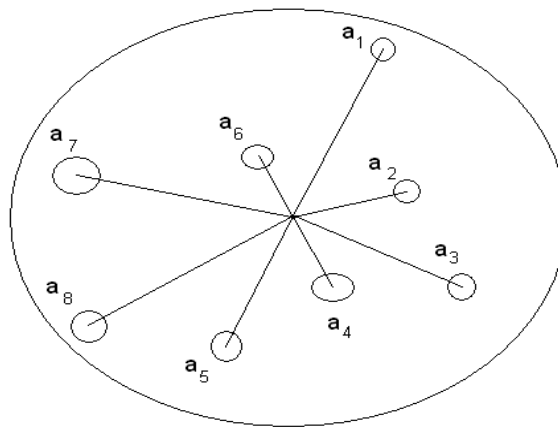


Рис.2. Схема узла (района) и зоны концентрации потенциала ВИЭ.

Очевидно, что суммарная энергия на освоение и транспортировку технического ресурса ВИЭ в объеме a_{ij}^k в центр узла составят

$$z_{ij}^{Ok} = z_{ij}^{\Gamma k} + d_{ij}^k \cdot l_{ij}^k. \quad (2)$$

На рис.3 приведен график распределения этих затрат по зонами затрат. В общем случае эта функция не будет монотонно нарастающей, а будет иметь зоны минимальных и максимальных затрат. Суммарные затраты на освоение ресурсов ВИЭ в объеме $a_{r1}^k + a_{r2}^k$ составят

$$z_{\Sigma r}^{2k} = z_{r1}^{Ok} \cdot a_{r1}^k + z_{r2}^{Ok} \cdot a_{r2}^k, \quad (3)$$

а на освоение всего технического потенциала A_r^k суммарные затраты определяются по формуле

$$3 \sum_{j=1}^{Z_r^k} 3^{O_{kj}} \cdot a_{kj}^k. \quad (4)$$

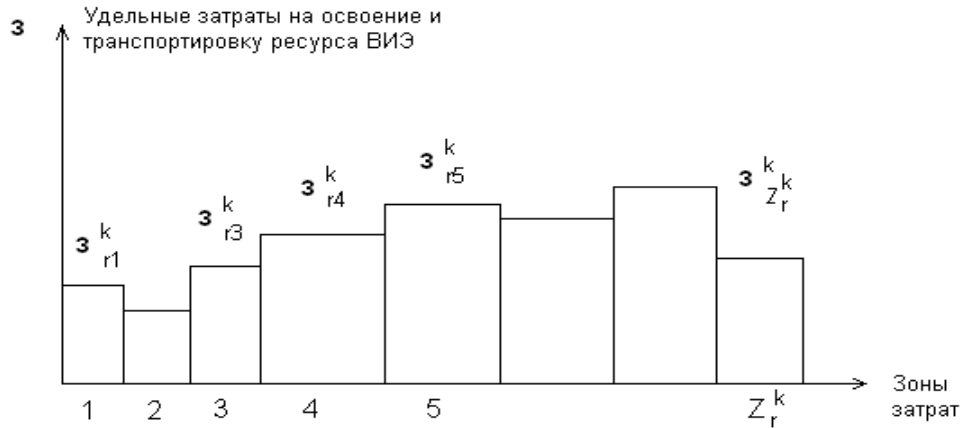


Рис. 3. Распределение удельных затрат на освоение и транспортировку ВИЭ.

Итак по каждому виду ВИЭ мы имеем оценки ресурсов и средние затраты на их освоение (рис.5.6):

1. Гелиоэнергетические ресурсы

$$(a_{11}^k, a_{12}^k, a_{13}^k, \dots, a_{1Z_1^k}^k), \quad A^k_1 = \sum_{j=1}^{Z_1^k} a_{1j}^k. \quad (5)$$

$$(3^{O_{11}^k}, 3^{O_{12}^k}, 3^{O_{13}^k}, \dots, 3^{O_{1Z_1^k}^k}), \quad 3^k_1 = \sum_{j=1}^{Z_1^k} 3^{O_{1j}^k} \cdot a_{1j}^k. \quad (6)$$

2. Ветроэнергетические ресурсы

$$(a_{21}^k, a_{22}^k, a_{23}^k, \dots, a_{2Z_2^k}^k), \quad A^k_2 = \sum_{j=1}^{Z_2^k} a_{2j}^k. \quad (7)$$

$$(3^{O_{21}^k}, 3^{O_{22}^k}, 3^{O_{23}^k}, \dots, 3^{O_{2Z_2^k}^k}), \quad 3^k_2 = \sum_{j=1}^{Z_2^k} 3^{O_{2j}^k} \cdot a_{2j}^k. \quad (8)$$

3. Биоэнергетические ресурсы (биогаз, древесное топливо и т.д.)

$$(a_{31}^k, a_{32}^k, a_{33}^k, \dots, a_{3Z_3^k}^k), \quad A^k_3 = \sum_{j=1}^{Z_3^k} a_{3j}^k. \quad (9)$$

$$(3^{O_{31}^k}, 3^{O_{32}^k}, 3^{O_{33}^k}, \dots, 3^{O_{3Z_3^k}^k}), \quad 3^k_3 = \sum_{j=1}^{Z_3^k} 3^{O_{3j}^k} \cdot a_{3j}^k. \quad (10)$$

Пусть в узле k определена потребность в электроэнергии W^k и потребность в котельно-печном топливе F^k . Рассмотрим постановку задачи для N узлов. Необходимо найти минимум затрат на развитие ТЭК на основе использования ресурсов ВИЭ в N узлах с учетом возможности покупки электроэнергии, а также различных видов и сортов ископаемого топлива. Критерий оптимизации запишется в виде:

$$Z = \sum_{k=1}^N \sum_{r=1}^R \sum_{j=1}^{Z_r^k} (z_{ij}^{O^k} \cdot x_{ij}^k + z_{erj}^k \cdot z_{xij}^k) + \sum_{k=1}^N z_e^k \cdot y_e^k + \sum_{k=1}^N \sum_{j=1}^M (z_{fj}^k \cdot y_{fj}^k + z_{fej}^k \cdot z_{fj}^k) + Z_D \Rightarrow \min, \quad (11)$$

$$Z_D = z_{CO_2} \cdot (C - C_{1990}) - \sum_{l=1}^5 S_l, \quad C = \sum_{k=1}^N \sum_{r=1}^R \sum_{j=1}^{Z_r^k} c_{ij}^{O^k} \cdot x_{ij}^k + \sum_{k=1}^N c_e^k \cdot y_e^k + \sum_{k=1}^N \sum_{j=1}^M c_{fj}^k \cdot y_{fj}^k,$$

где z_{erj}^k - дополнительные затраты при производстве электроэнергии на основе ресурса ВИЭ z_{erj}^k , z_{fej}^k - дополнительные затраты при производстве электроэнергии на основе ископаемого топлива в объеме z_{fj}^k , z_{CO_2} - средняя величина затрат в мероприятия, аннулирующие выбросы CO_2 в атмосферу, $c_{ij}^{O^k}$, c_e^k , c_{fj}^k - удельные выбросы CO_2 в атмосферу от добычи и конечного использования возобновляемых ресурсов x_{ij}^k , поставляемой со стороны электроэнергии y_e^k и поставляемого из других регионов топлива y_{fj}^k , C_{1990} - суммарная величина косвенных и прямых выбросов CO_2 в атмосферу от использования топлива и энергии в регионе в 1990 году, S_1 - социальные эффекты, S_2 - внеэнергетические эффекты, S_3 - бюджетные эффекты, S_4 - экологические эффекты, S_5 - системные энергетические эффекты. Расчеты углеродного баланса региона (C и C_{1990}) представляют самостоятельную сложную проблему. В качестве примера на рис. 4 приведена схема и результаты расчета углеродного баланса для лесного сектора Республики Карелия [8, 9, 12, 17, 21].

Рис. 4. Схема и результаты расчета потоков углерода в лесном секторе РК.

При этом в каждом узле потребители обеспечиваются требуемым количеством конечной энергии в виде электроэнергии W^k и топлива F^k :

$$\sum_{r=1}^{R_E} \sum_{j=1}^{Z_r^k} \eta_{rj}^k \cdot x_{rj}^k + \sum_{r=R_E+1}^R \sum_{j=1}^{Z_r^k} \eta_{x_{rj}}^k \cdot W_{x_{rj}}^k + \sum_{j=1}^M \eta_{w_{fj}}^k \cdot W_{fj}^k + y_e^k = W^k, \quad \forall k=1, N, \quad (12)$$

$$\sum_{r=R_E+1}^R \sum_{j=1}^{Z_r^k} \eta_{rj}^k \cdot x_{rj}^k + \sum_{j=1}^M \eta_{fj}^k \cdot y_{fj}^k = F^k, \quad \forall k=1, N. \quad (13)$$

Доступные ресурсы ВИЭ ограничены величиной технического потенциала:

$$0 \leq x_{rj}^k \leq a_{rj}^k, \quad \forall r=1, R; \quad \forall j=1, Z_r^k, \quad \forall k=1, N. \quad (14)$$

Здесь x_{rj} – неизвестные значения используемого энергетического ресурса r в зоне затрат j ; $\eta_{rj}^k, \eta_{x_{rj}}^k, \eta_{w_{fj}}^k$ – коэффициенты учитывающие потери на собственные нужды и потери в сетях при передаче электроэнергии в узел k или учитывающий потери при добыче и транспортировке топлива. Доступные поставки электроэнергии и ископаемого топлива ограничены:

$$y_e^k \leq Y_e^k, \quad \forall k=1, N, \quad \sum_{k=1}^N y_e^k \leq Y_e, \quad (15)$$

$$H_{fj}^k \leq y_{fj}^k \leq Y_{fj}^k, \quad \forall k=1, N, \quad \forall j=1, M; \quad \sum_{k=1}^N \sum_{j=1}^M y_{fj}^k \leq Y_F^{\text{SUM}}, \quad (16)$$

$$z_{fj}^k = \theta_{fj}^k \cdot y_{fj}^k, \quad W_{fj}^k \cdot \lambda_{fj}^k = z_{fj}^k, \quad \forall k=1, N, \quad \forall j=1, M; \quad (17)$$

$$z_{x_{rj}}^k = \beta_{x_{rj}}^k \cdot x_{rj}^k, \quad W_{x_{rj}}^k \cdot \lambda_{x_{rj}}^k = z_{x_{rj}}^k, \quad \forall r=1, R, \quad \forall k=1, N, \quad \forall j=1, M; \quad (18)$$

где $\theta_{fj}^k, \beta_{x_{rj}}^k$ – части ископаемого топлива и биомассы, используемые для производства электроэнергии; $\lambda_{fj}^k, \lambda_{x_{rj}}^k$ – удельные расходы топлива на производство электроэнергии.

В модели также учитывается воздействие на окружающую среду из-за использования привозного топлива. Поэтому по региональным потребителям энергии должны быть ограничены выбросы загрязнений:

$$b_{ep}^k \cdot y_e^k + \sum_{j=1}^M c_{jp}^k \cdot y_{fj}^k + \sum_{r=1}^R \sum_{j=1}^{Z_r^k} s_{rjp}^k \cdot x_{rj}^k \leq U_p^k, \quad \forall k=1, N; \quad \forall p=1, P. \quad (19)$$

В целом, не должно произойти ухудшение экологической среды в регионе:

$$\sum_{k=1}^N b_{ep}^k \cdot y_e^k + \sum_{j=1}^M c_{jp}^k \cdot y_{fj}^k + \sum_{r=1}^R \sum_{j=1}^{Z_r^k} s_{rjp}^k \cdot x_{rj}^k \leq V_p, \quad \forall p=1, P. \quad (20)$$

Здесь y_{fj}^k – неизвестные значения привозного используемого энергетического ресурса j потребителем в узле k ; z_{fj}^k – заданные прямые затраты на добычу, распределение, хранение и использование одной тонны условного топлива вида j ; η_{fj}^k – коэффициент, учитывающий потери при транспортировке топлива в узел k ; Y_e^k – предельная величина поставок электроэнергии в узел k , определяемая предельной пропускной способностью ЛЭП; Y_{fj}^k – предельная величина поставок электроэнергии в Карелию из других энергосистем; Y_{fj}^k – предельная величина поставок привозного топлива типа j в узел k ; b_{ep}^k –

коэффициент расхода загрязнения p при поставке электроэнергии из соседних энергосистем в узел k ; c_{jp}^k – коэффициент расхода загрязнения p при использовании привозного топлива j в узле k ; s_{rjp}^k – коэффициент расхода загрязнения p при использовании возобновляемого источника энергии r в зоне затрат j в узле k ; U_p^k – доля допустимого количества загрязнения вида p , характеризующая экологическое состояние как нормальное в узле k ; V_p – доля допустимого количества загрязнения вида p , характеризующая экологическое состояние как нормальное. Данная модель реализована авторами в программном обеспечении [17]. На основе решения задачи линейного программирования определяются рациональные объемы вовлечения в ТЭБ возобновляемых энергетических ресурсов. Модель была использована для поиска рациональных объемов вовлечения ресурсов ВИЭ в ТЭБ Республики Карелия. В частности, для Республики Карелия обоснована целесообразность развития крупной ветроэнергетики и более широкое использование малой гидроэнергетики и биотоплива в топливно-энергетическом балансе [9, 12,].

В рассмотренной модели не учитывается динамика освоения возобновляемых ресурсов, а также многие другие особенности функционирования энергетических объектов в системе энергоснабжения. Вместе с тем данная модель достаточно “результативна” и позволяет находить близкие к оптимальным схемы и объемы использования ресурсов ВИЭ для энергоснабжения потребителей. Далее эти решения должны изучаться более глубоко. Для оценки ресурсов и экономического анализа энергетических объектов с оценкой затрат на производство энергии на основе ВИЭ разработано специальное программное обеспечение.

Список литературы

1. Прогноз перспективных технических решений и технологий в возобновляемой энергетике и смежных отраслях на среднесрочную и долгосрочную перспективу. Фонд “Центр стратегических разработок Северо-Запад”. – 121 с.
2. Г.И.Сидоренко, П. Ю. Михеев, Оценка энергетической эффективности жизненных циклов энергетических объектов на основе ВИЭ. Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология, 01-03 (213-215) 2017, с.101-110. DOI:10.15518/isjaec.2017.01-03.101-110.
3. П.П.Безруких, П.П.Безруких, Г.И.Сидоренко, О климатической информации для производства, передачи, распределения и потребления электроэнергии // Метеоспектр, 2016, №1, с.59-68
4. Г.И.Сидоренко, П. Ю. Михеев, Оценка энергетической эффективности жизненных циклов энергетических объектов на основе ВИЭ, Сборник материалов XXI международной научно-практической конференции “Проблемы и перспективы инновационного развития экономики”, г.Алушта, 19-24 сентября 2016, Москва-Симферополь, 2016, с.251-259

5. Francis G.N.Li, Steve Pye, Neil Strachan, Regional winners and losers in future UK energy system transitions. *Energy Strategy Reviews* 13-14 (2016) 11-31.
6. Копылов А. Экономика ВИЭ. Издательство: Издательское решение, 2017. – 302 с.
7. Wagner H., Wissel S., Vob A., Assessment of energy efficiency renewable energy technologies. *Materials of Heraeusconference energy research* 2007. pp/ 60-68.
8. G. I. Sidorenko. Regional Carbon Balance and Rational Energy Development // *Applied Mechanics And Materials*. 2014. №675-677, REET-2014. pp.1701-1706
9. Сидоренко Г.И., Гутаев А.Г. Анализ углеродного баланса Республики Карелия и роль лесного комплекса // *Известия высших учебных заведений. Лесной журнал*, №4, 2009, с.33-46.
10. G. I. Sidorenko. Kemskaaya Wind Power Plant in Karelia // *Applied Mechanics And Materials*. 2014. №672-674. REET-2014. pp.240-245.
11. Satu Paiko, Francesco Reda. Towards next generation district heating in Finland // *Renewable and Sustainably Energy Reviews*, 65 (2016), 915-924.
12. G.Sidorenko, E.Uzegova. Resources, Energy Efficiency and Energy Development Ways of Karelia. pp. 229-233 // *Sustainable Manufacturing*. G. Seliger (Ed), 2012. с Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2012. ISBN 978-3-7983-2375-9, Berlin, Germany 2012, 392 p. doi: 10.1007/978-3-642-27290-5_36. <http://www.elsiver.com/advanced-search>
13. Климатические факторы возобновляемых источников энергии / В.В.Елистратов, Е.М. Акентьева, М.М.Борисенко, Н.В. Кобышева, Г.И.Сидоренко, В.В. Стадник; под ред. В.В.Елистратова, Н.В. Кобышевой, Г.И.Сидоренко. – СПб.: Наука, 2010. – 235 с.
14. Биогаз на основе возобновляемого сырья. Сравнительный анализ шестидесяти одной установки по производству биогаза в Германии / Специальное агентство возобновляемых ресурсов (FNR) Хофплатц 1, 18276, Гюльцов, Германия. – 2010. – 115 с.
15. Гелетуха Г. Г. Развитие биогазовых технологий в Украине и Германии: нормативно-правовое поле, состояние и перспективы. / Г. Гелетуха, Ю. Матвеев, П. Кучерук ; Ин-т технической теплофизики НАН Украины, 2013, с.70
16. Сидоренко Г.И., Безруких П.П., Дегтярев В.В., Елистратов В.В., Панцхава Е.С., Петров Э.С., Пузаков В.Н., Тарнижевский Б.В., Шпак А.А., Ямпольский А.А. Справочник по ресурсам возобновляемых источников энергии России и местным видам топлива (показатели по территориям), М.: "ИАЦ Энергия", 2007, - 272 с. GS
17. Сидоренко Г.И., Сидоренко Д.Г. Модель оптимизации и рационального использования возобновляемых энергетических ресурсов Карелии. // *Экология промышленного производства*, №4, 2007. с.53-57. GS

18. Aslan Alper, Ocal Qquz, The role of renewable energy consumption in Economic growth: Evidence from asymmetric causality. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60 (2016), 953-959

19. Yizhong Chen, Hongwei Lu, Jing Li, Guohe Hong, Li He, Regional planning of new-energy systems within multi-period and multi-option contexts: A case study of Fengtai, Beijing, China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60 (2016), 953-959

20. Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России / Арбузов Ю.Д., Борисов Г.А., Безруких П.П., Виссарионов В.И., Евдокимов В.М., Малинин Н.К., Огородов Н.В., Пузаков В.Н., Сидоренко Г.И., Шпак А.А. Под общей ред. П.П.Безруких. – СПб.: Наука, 2002. – 314 с.

21. Борисов Г.А., Сидоренко Г.И. Энергетика Карелии. Современное состояние, ресурсы и перспективы развития. СПб.: Наука, 1999. – 303 с.

УДК 620.91

**СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА В КРЫМУ:
ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

Слепокуров Александр Семенович
президент Научно-технического союза Крыма, г. Симферополь
slepokurov_al@mail.ru

**SOLAR ENERGY IN CRIMEA:
HISTORY AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT**

Slepokurov Alexander Semenovich
President of the Scientific and Technical Union of Crimea, Simferopol

Аннотация. Солнечная энергетика – один из самых древних способов энергообеспечения бытовых нужд человека. Современные технологии позволяют использовать солнечную энергию с большой эффективностью путем преобразования ее в тепловую или электрическую энергию. Одним из направлений этой работы является нагрев воды для бытовых нужд населения.

В статье предлагается метод и технология использования солнечной энергии для нагрева воды в детских учебных заведениях.

Annotation. Solar energy is one of the oldest methods of energy supply for a person's everyday needs. Modern technologies make it possible to use solar energy with great efficiency by transforming it into thermal energy or electric energy. One of the directions of this work is the heating of water for household needs of the population.

The article proposes a method and technology of using solar energy for water heating in children's educational institutions.

Ключевые слова. Солнечная энергетика, энергосбережение, дети, детские учебные заведения.